



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

VESISTÖPADOT SUOMESSA

Aleksi Alanko

YMPÄRISTÖTEKNIikka

Kandidaatintyö

Toukokuu 2019



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

VESISTÖPADOT SUOMESSA

Alexi Alanko

Ohjaaja: Heini Postila

YMPÄRISTÖTEKNIikka

Kandidaatintyö

Toukokuu 2019

TIIVISTELMÄ

OPINNÄYTETYÖSTÄ

Oulun yliopisto Teknillinen tiedekunta

Koulutusohjelma Ympäristötekniikan koulutusohjelma		Pääaineopintojen ala	
Tekijä Alanko, Aleksi		Työn ohjaaja yliopistolla Postila, Heini	
Työn nimi Vesistöpadot Suomessa			
Opintosuunta	Työn laji Kandidaatintyö	Aika Toukokuu 2019	Sivumäärä 39
Tiivistelmä <p>Tämän kandidaatintyön tavoitteena on tutkia Suomen vesistöpatojen laatua ja määrää sekä vesistöpatojen jakautumista Suomen alueelle maantieteellisesti. Työn tavoitteena on myös etsiä merkittävimmät vesistöpatoihin liittyvät lainkohdat ja esittää tyypillisimmät Suomessa käytettävät patorakenteet. Lisäksi työn tavoitteena on selvittää vesistöpatojen hyödyt ja niistä aiheutuvat negatiiviset vaikutukset. Työ tehtiin kirjallisuusselvityksenä.</p> <p>Vesistöpatojen rakentaminen, käyttö ja kunnossapito ovat tarkoin lakien säätlemiä toimenpiteitä. Kaikki patoihin liittyvä lainsäädäntö on luotu, jotta voidaan taata turvallinen patotoiminta ja minimoida ympäristölle aiheutuva haitta. Lainsäädäntö luokittelee padot vaarallisuuden perusteella kolmeen ryhmään. Onnettomuustilanteessa hengenvaaralliset padot ja pääsääntöisesti suurimmat kuuluvat 1-luokkaan, onnettomuustilanteessa terveydelle vaaralliset ja hieman pienemmät padot 2-luokkaan sekä kaikista vaarattomimmat luokittelujärjestelmään kuuluvat padot 3-luokkaan.</p> <p>Suomessa oli vuoden 2018 lopussa 325 vesistöpatoa. Suurin osa näistä luokitelluista padoista kuului 2-luokkaan. Vesistöpatojen jakautuminen Suomessa on maantieteellisesti epätasaista. Padot esiintyvät tyypillisesti virtaavan veden läheisyydessä. Tästä johtuen suurin osa vesistöpadoista sijoittuu Pohjois-Suomeen sekä rannikon läheisyyteen. Yleisin Suomessa käytetty patotyyppi on maapato ja sen erilaiset variaatiot, mutta etenkin vesivoiman yhteydessä myös betonipadot ovat yleisiä.</p> <p>Patojen rakentamisesta seuraa useimmiten sekä hyviä että huonoja vaikutuksia. Jotta padolle saadaan rakennuslupa, täytyy sen tuoda merkittävää hyötyä ihmisille tai ympäristölle. Yleensä pato joko suojaa tulvalta tai tuottaa energiaa. Huonoina puolina patoamisesta seuraa luonnon biodiversiteetin kärsiminen, elinalueiden menetys ja esimerkiksi kalojen vapaan liikkumisen häviäminen padon estäessä kulkemisen. Vesistöpatojen olemassaolo jakaa vahvasti mielipiteitä riippuen hyvin pitkälti siitä, minkälaisia arvoja pitää tärkeinä.</p>			
Muita tietoja			

ABSTRACT FOR THESIS

University of Oulu Faculty of Technology

Degree Programme Environmental engineering		Major Subject	
Author Alanko, Aleks		Thesis Supervisor Postila Heini	
Title of Thesis River dams in Finland			
Major Subject	Type of Thesis Bachelor's Thesis	Submission Date May 2019	Number of Pages 39
<p>Abstract</p> <p>This bachelor's thesis examines the quality and amount of river dams in Finland and to research the geographic distribution of river dams in Finland. The aim of the thesis is also to find the most important sections of the law related to river dams and to present the most typical dam structures used in Finland. In addition, this study find out the benefits and the negative effects of river dams. The research was done as a literature review.</p> <p>The construction, use and maintenance of river dams are strictly prescribed by law. All dams legislation has been created to ensure safe dam operations and minimize environmental damage. Legislation classifies dams into three groups based on their hazardousness. In the accident situation, life-threatening dams and, as a rule, the largest ones, belong into category 1, hazardous to health in the accident situation and slightly smaller dams in category 2, and all the most harmless dams in category 3.</p> <p>At the end of 2018, there were 325 classified river dams in Finland. Most of these dams belonged to category 2. The distribution of river dams in Finland is geographically uneven. Typically, dams appear in the vicinity of flowing water, so the uneven distribution can be explained by the location of the flowing rivers, which are located mostly in the north and the coast. The most common type of dam used in Finland is made of soil, but especially in hydropower cases, concrete dams are also common.</p> <p>Usually, both good and bad effects are involved in the construction of dams. In order to get a building permit for a dam, it must bring significant benefits to people or the environment. In general, the dam therefore produces either protection from flooding or energy. The disadvantages of damming are the loss of biodiversity, the loss of residential land, and the loss of free movement (eg. fish) in the water. The existence of river dams strongly divides opinions, depending largely on what values are considered important.</p>			
Additional Information			

SISÄLLYSLUETTELO

1 Johdanto	6
2 Padot.....	7
3 Lainsäädäntö patoihin liittyen.....	8
3.1 Patoturvallisuuslaki 494/2009	8
3.2 Vesilaki 587/2011	10
3.3 Luonnonsuojelulaki 1096/1996.....	12
3.4 Koskiensuojelulaki 35/1987.....	12
4 Vesistöpatojen luokittelu sekä määrät ja esiintyvyys Suomessa.....	13
4.1 Luokittelu	13
4.2 Määrät ja esiintyvyys	14
5 Yleisimmät patotyytit suomessa.....	18
5.1 Maapadot.....	18
5.2 Betonipadot	21
5.3 Pohjapadot.....	22
6 Vesistöpatojen hyötyjä ja haittoja	24
6.1 Hyödyt.....	24
6.2 Haitat	26
6.3 Yhteenveto	29
7 Esimerkkejä erityyisistä padoista eri alueilta suomesta	30
7.1 Hautaperän pato	30
7.2 Porin tulvapenkereet.....	30
7.3 Suntin pohjapato.....	31
8 Yhteenveto ja johtopäätökset	33
9 Lähteet.....	35

1 JOHDANTO

Pato on yleisnimitys seinämäisestä tai vallimaisesta rakenteesta, jonka tavoitteena on pysyvästi tai tilapäisesti säädellä rakenteen taakse jäävän nesteen tai nestemäisen aineen korkeutta tai estää rakenteen avulla padotun aineen leviämistä (Patoturvallisuuslaki 2009, 1 luku 4§). Patojen rakennuksen syy voi olla esimerkiksi tulvasuojelu, veden varastointi tai energian tuottaminen. Hyvin yleistä onkin, että rakennettu pato palvelee useampaa tarkoitusta kerrallaan. Sama pato voi esimerkiksi tuottaa energiaa, suojella tulvilta, auttaa veden saannissa sekä toimia virkistyskäytössä. (Holm ja Leskelä 1973 s.256)

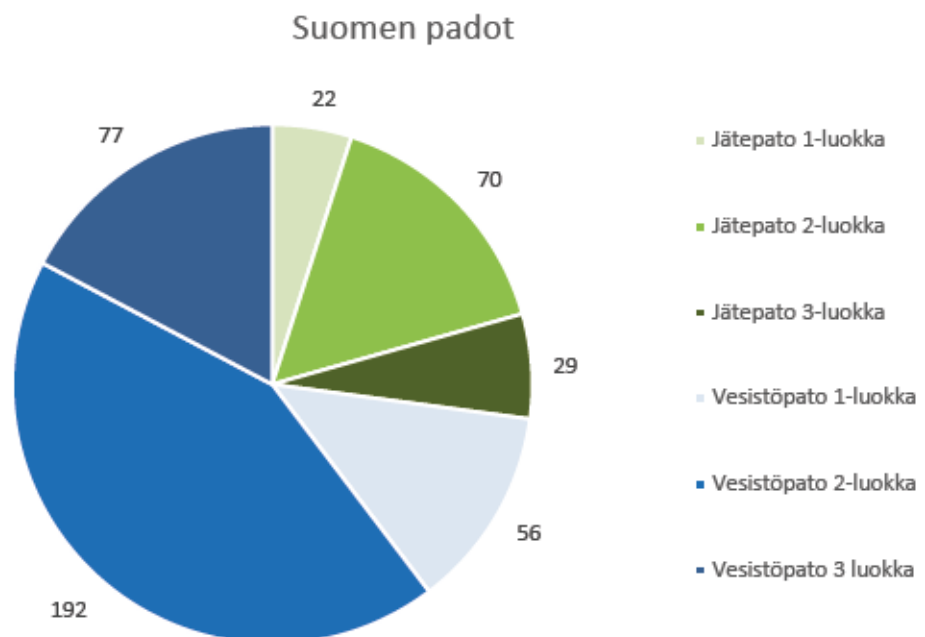
Ensimmäiset padot rakennettiin maailmalla arviolta noin 3000 vuotta sitten egyptiläisten, kiinalaisten ja intialaisten toimesta. Historian ensimmäiset padot suunniteltiin toimimaan apuna maataloudessa tai tulvasuojelutarkoitukseen suojaamaan alavia rantoja. (Holm ja Leskelä 1973 s.256) Nykyaikaisen padonrakennuksen, joka perustuu pitkälti vakauden ja lujuuden määrittämiseen laskemalla, voidaan katsoa alkaneen 1800-luvun puolessa välissä Ranskassa (Holm ja Leskelä 1979 s.56). Suomessa patojen rakentaminen oli kiivaimmillaan 1900-luvun puolivälissä, kun suuria jokia valjastettiin energian tuotantoon (Suomen Vesiputoukset 2019).

Tässä työssä tutkitaan Suomen vesistöpatojen määrää ja laatua sekä sitä, miten ne ovat jakautuneet koko maan mittakaavassa. Työn alussa käydään läpi vesistöpatoihin liittyvät lainsäädännön merkittävimmät kohdat. Lisäksi käydään läpi patojen hyötyjä ja niistä aiheutuvia haittoja. Lopussa on poimittu muutamia esimerkkitapaus yleisistä patotyypeistä. Työ on toteutettu kirjallisuusselvityksenä.

2 PADOT

Suomessa padot on luokiteltu eri ryhmiin padotettavan aineen ja vaarallisuuden perusteella. Vanha 1980-luvulla luotu patoturvallisuuslaki jakoi padot luokkiin P, N ja O. (Valtioneuvosto 2007) Vuonna 2009 voimaan tullut uusi laki korvasi luokkien nimet 1-, 2- ja 3-luokilla ja selkeytti luokittelun kriteereitä entiseen lainsäädäntöön verrattuna (Patoturvallisuuslaki 2009, luku 3, 11§). Tyypin mukaan jaottelu kahteen eri ryhmään (vesistö- ja jätepadot) pysyi kuitenkin ennallaan lakiuudistuksesta huolimatta (Patoturvallisuuslaki 2009, luku 1, 4§).

Padot jaetaan kahteen eri ryhmään niiden käyttötarkoituksen perusteella: vesistöpatoihin ja jätepatoihin. Jätepadolla tarkoitetaan patoa, jolla estetään terveydelle tai ympäristölle vaaraksi olevaa ainetta leviämään ympäristöön, kun taas vesistöpato käsite kattaa kaikki erityyppiset vesistöissä sijaitsevat padot. (Patoturvallisuuslaki 2009, 4 §) Käsitteen jätepadot alle on laskettu myös kaikki kaivospadot. Suomen padoista noin 73 % on vesistöpatoja (Kuva 1; Kainuun ELY-keskus 2018a).



Kuva 1. Suomen vesistö- ja jätepadot joulukuussa 2018. Luvut kuvaavat sitä, kuinka monta patoa ko. luokassa on. (Kainuun ELY-keskus 2018a)

3 LAINSÄÄDÄNTÖ PATOIHIN LIITTYEN

Koska patojen rakentaminen voi aiheuttaa vaaraa ihmishengelle, turvallisuudelle ja omaisuudelle, valvotaan patojen rakentamista hyvin tarkasti patoturvallisuusviranomaisen toimesta. Suomessa on vuonna 2015 tehdyn keskityksen jälkeen vain yksi patoturvallisuusviranomainen (Kainuun ELY-keskus), joka valvoo patotoimintaa koskevan lainsäädännön toteutumista. Henkilöitä, jotka hoitavat patoihin liittyviä viranomaistehtäviä on Kainuun lisäksi Lapissa Rovaniemellä ja Hämeessä Hämeenlinnassa. (Kainuun ELY-keskus, 2019b). Patoihin oleellisesti liittyvät lait säädetään Patoturvallisuuslaissa (494/2009), Vesilaissa (587/2011), Luonnonsuojelulaissa (1096/1996) ja Koskiensuojelulaissa (35/1987).

3.1 Patoturvallisuuslaki 494/2009

Patoturvallisuuslaki on säädetty varmistamaan turvallisuus padon rakentamisvaiheessa, käytössä ja kunnossapidossa. Lain toinen päätavoite on vähentää vahingonvaaraa, jota padon rakentaminen aiheuttaa ympäristölleen. Patoturvallisuuslakia sovelletaan patoihin ja niihin liittyviin rakennelmiin ja laitteisiin riippumatta padotettavasta aineesta tai padon rakennustavasta ja -aineesta. (Patoturvallisuuslaki 2009, 1 luku 1 § ja 2 §)

Patoturvallisuuslain pykälät 6-9 käsittelevät yleisiä velvollisuuksia rakentamisen ja suunnittelun osalta. Pätevyyksiä käsittelevä 6 § määrää tarvittavista pätevyyksistä, mitä padon elinkaaren aikana hoidettavat tehtävävät vaativat. Riittävä asiantuntemuksentaso patoturvallisuusasioissa sekä kokemus vastaavien patorakenteiden suunnittelusta määräytyy vesistöpadon tapauksessa vahingonvaaran suuruuden perusteella eli toisin sanoen padon luokitteluun pohjautuen. Pykälät 7 ja 8 määräävät, että padon suunnittelu ja rakennus on hoidettava ilman turvallisuudelle aiheutuvaa vaaraa. Suunnitelmasta on lisäksi käytävä ilmi, että patoturvallisuusvaatimukset on huomioitu asiaan kuuluvalla tavalla. Pykälässä yhdeksän määrätään omistajan velvollisuudesta luoda selostus aiheutuvasta vahingonvaarasta sekä sen vaikutuksesta padon mitoitusperusteisiin. (Patoturvallisuuslaki 2009, 2 luku 6-9 §)

Ennen kuin pato voidaan ottaa käyttöön, täytyy se luokitella sekä sille täytyy luoda hyväksyttävä vahingonvaaraselvitys (säädetty § 9) ja tarkkailuohjelma (säädetty § 13) (Patoturvallisuuslaki 2009, 3 luku 10 §). Padot jaetaan kolmeen pääluokkaan ja

pienimmät padot tai vahingonvaaraltaan pienet padot jäävät luokittelujärjestelmän ulkopuolelle (Patoturvallisuuslaki 2009, 3 luku 11 §). Pykälissä 12 ja 13 säädetään vahingonvaaraselvityksestä ja tarkkailuohjelmasta. Tarkempi vahingonvaaraselvitys täytyy luoda 1-luokan padoille sekä patoturvallisuusviranomaisen erikseen määrittelemissä tapauksissa. Omistajan täytyy luoda tarkkailuohjelma kaikille luokitelluille padoille ja sen täytyy sisältää suunnitellut toimet, joilla tarkkailu hoidetaan käytön ja käyttöönoton aikana. (Patoturvallisuuslaki 2009, 3 luku 12-13 §) Lopullinen päätös luokittelusta suoritetaan 12 § ja 13 § määrättyjen asiakirjojen perusteella (Patoturvallisuuslaki 2009, 3 luku 14 §). Padon luokan muuttaminen ja vahingonvaaraselvityksen päivittäminen voi tulla kyseeseen, jos määräaikaistarkastuksessa käy ilmi joitain huomioon otettavia seikkoja, tai jos olosuhteet padon lähettyvillä muuttuvat ja vaaran suuruus muuttuu olennaisesti (Patoturvallisuuslaki 2009, 4 luku 20 § ja 21 §).

Luvussa 4 käsitellään kattavasti padon kunnossapitoa, käyttöä ja tarkkailua. Padon kunnossapitovelvollisuus kuuluu omistajan vastuulle ja hän on velvollinen pitämään padon toiminnan suunniteltuna ja turvallisena. Padon käyttö ei saa aiheuttaa vaaraa terveydelle tai ihmishengelle, ja turvajärjestelyt on oltava riittävällä tasolla. (Patoturvallisuuslaki 2009, 4 luku 15 § ja 16 §) Padoille täytyy tehdä myös säännöllisiä tarkastuksia. 1- ja 2-luokan padolle täytyy tehdä vuositarkastus (omistaja tekee) ja 1-luokan padon tarkastuksen tuloksista on toimitettava raportti patoturvallisuusviranomaisille. Lisäksi vähintään viiden vuoden välein omistajan on järjestettävä määräaikaistarkastus, johon patoturvallisuusviranomaisella sekä pelastusviranomaisella on mahdollisuus osallistua. Määräaikaistarkastus koskee kaikkia luokiteltuja patoja. Määräaikaistarkastus on vuositarkastusta laajempi ja siinä selvitetään mahdolliset muutokset padon kunnossa sekä mahdolliset turvallisuuteen liittyvät seikat. Tarkastuksista on aina annettava kirjallinen raportti patoturvallisuusviranomaiselle. (Patoturvallisuuslaki 2009, 4 luku 17-19 §) Näiden omistajan suorittamien tarkastuksien lisäksi laki antaa viranomaiselle oikeuden tehdä tarkastuksia padoilla säännösten noudattamisen valvomiseksi (Patoturvallisuuslaki 2009, 4 luku 19 §). Tarkastusten perusteella havaitut lain rikkomukset täytyy lopettaa ja omistajan on täydettävä velvollisuutensa annetussa määräajassa. Mahdolliset toimenpiteet voivat olla korjaus-, tiedottamis-, tai oikaisutoimenpiteitä, joilla patoon liittyvä välitön vaara voidaan torjua. (Patoturvallisuuslaki 2009, 4 luku 30-32 §).

Padon omistajaksi käsitetään se taho tai henkilö, joka on patoturvallisuusviranomaisten tietoihin ilmoitettu omistajaksi (Patoturvallisuuslaki 2009, 1 luku 4 §). Omistaja on vastuussa mahdollisista korvausten maksamisista, joita patotoiminta voi aiheuttaa (Vahingonkorvauslaki 1974, 2 luku 1 §). Padon omistajan täytyy suunnitella tarpeelliset toimet onnettomuuden ehkäisemiseksi ja onnettomuuden aiheuttamien vahinkojen minimoimiseksi. Nämä määräytyvät sen vahingonvaaran perusteella, jonka pato aiheuttaa. (Patoturvallisuuslaki 2009, 5 luku 24 §)

Pelastustoimien suunnittelu ei ole omistajan vastuulla vaan paikallisen pelastusviranomaisen vastuulla. Omistaja ja patoturvallisuusviranomainen ovat kuitenkin velvollisia avustamaan kykynsä mukaan pelastustöissä. (Patoturvallisuuslaki 2009, 5 luku 25 § ja 26 §) Ympäristökeskus ylläpitää padoista tietojärjestelmää, joka sisältää kaikkien patojen omistajien yhteystiedot ja laissa vaaditut asiakirjat. Patoturvallisuusviranomaisilla sekä omistajilla täytyy olla tulostettuna kaikki turvallisuuden kannalta oleelliset ja ajantasaiset asiakirjat, jotta ne olisivat nopeasti saatavilla mahdollisissa häiriötilanteissa. Padon omistaja on velvollinen ilmoittamaan kaikista muutoksista ja lähettämään päivitettyt tiedot keskukseen. (Patoturvallisuuslaki 2009, 7 luku 33 §)

3.2 Vesilaki 587/2011

Veteen ja sen käyttöön oleellisesti liittyvät säännöt on määritelty vesilaissa. Vesilain päätavoitteeksi on määritelty vesiympäristön tilan kohentaminen sekä vedenkäytöstä aiheutuvien haittojen pienentäminen ja ehkäisy. Lisäksi lain tarkoituksena on edistää vesiympäristön ja vesivarantojen käytön ekologisuutta, taloudellisuutta ja yhteiskunnallisuutta (Vesilaki 2011, 1 luku 1 §). Vesilaissa on monta pykälää, jotka säätelevät patotoimintaa erityisesti patojen rakentamiseen, käyttöön sekä poistamiseen liittyen.

Vesilain toisen luvun 9 § liittyy vedessä olevan rakennelman kunnossapitoon ja poistamiseen. Ensimmäinen momentti pykälässä yhdeksän määrää, että pato täytyy pitää sellaisessa kunnossa, ettei se aiheuta vaaraa tai haitallisia seurauksia. Momentit kaksi ja kolme määräävät, ettei vedenpintaa säätelevää rakennusta saa poistaa vesistöstä ilman lupaviranomaisen lupaa. Padon omistajan on lisäksi korvattava purkamisesta aiheutuvat haitat. (Vesilaki 2011, 2 luku 9 §)

Luvussa kolme määritellään vesitaloushankkeet, jotka vaativat aina luvan. Padon rakennus kuuluu luonnollisesti tähän ryhmään, joten patoa ei saa rakentaa ilman lupaviranomaisen lupaa. (Vesilaki 2011, 3 luku 3 §) Lupa hankkeelle tulee myöntää, jos hanke ei loukkaa suuresti yksityistä tai yleistä etua. Lupa tulee myös myöntää, jos hyöty on huomattavasti suurempi kuin hankkeesta yksilölle koituva haitta. Lupaa ei kuitenkaan saa myöntää, jos hanke vaikuttaa heikentävästi turvallisuuteen, terveyteen, luontoon tai heikentää paikkakunnan elinkeino- tai asutusoaloja. (Vesilaki 2011, 3 luku 4 §)

Lain kolmas luku määrittää myös, että kulkureitin vedessä katkaisevan rakennuksen (pato) omistaja on velvollinen rakentamaan tai kustantamaan vaihtoehtoisen kulkureitin, jolla este voidaan ohittaa ilman huomattavaa haittaa (Vesilaki 2011, 3 luku 13 §). Pykälät 14 ja 15 käsittelevät kalatalousvelvoitetta. Padon rakentaja on velvollinen täyttämään kalatalousvelvoitteen, jos padosta aiheutuu haittaa kalakannoille. Kalatalousvelvoite voidaan täyttää joko kalatiellä, istutuksella, kalataloudellisilla kunnostustoimenpiteillä tai niiden yhdistelmällä. Padon omistajan tulee laatia yksityiskohtainen suunnitelma siitä, kuinka velvoite täytetään, ja kalatalousviranomaisen tulee hyväksyä suunnitelma. (Vesilaki 2011, 3 luku 14 ja 15 §)

Vesilain kuudennessa luvussa määritellään padon rakentamisen edellytykset maanomistajuuksien näkökulmasta. Hankkeen täytyy saada puolelleen vähintään kolme neljäsosaa maanomistajista, joiden maihin veden korkeuden nousu vaikuttaa. Näiltä maanomistajilta täytyy saada kirjallinen suostumus hankkeeseen. Jos kuitenkin luvanhakija omistaa yli puolet veden alle jäävästä maa-alueesta, voidaan lupa myöntää ilman maanomistajien hyväksyntää. Erikoistilanteissa, kuten tulvasuojelu tai yhteiskunnan vedenhankinta, voidaan lupa hankkeelle myöntää myös ilman maanomistajien suostumuksia. (Vesilaki 2011, 6 luku 5 §)

Vesilaki käsittelee padon kannalta pääasiassa sen perustamista ja purkamista sääteleviä pykäläiä. Padon käytön kannalta merkittävin lainsäädäntö löytyy patoturvallisuuslaista, eikä näin ollen vesilaki ole olennaisin laki käytön aikana. Vesilaki on silti olennainen, sillä ilman näiden ehtojen täyttymistä koko patoa ei voitaisi vesistöön rakentaa.

3.3 Luonnonsuojelulaki 1096/1996

Luonnonsuojelulain tarkoitus määritellään heti lain ensimmäisessä pykälässä. Varsinkin kaksi ensimmäistä kohtaa pykälässä yksi ovat merkityksellisiä ja rajoittavat osaltaan patojen rakentamista alueille, jotka vastaavat annettuja tunnusmerkkejä. Lain ensimmäinen pykälä määrää ylläpitämään luonnon monimuotoisuutta ja vaalimaan luonnon kauneutta sekä maisema-arvoja. Padon rakentaminen muuttaa aina luontoa, joten siksi laki on merkityksellinen tässä tapauksessa. (Luonnonsuojelulaki 1996, 1 luku 1 §)

Luonnonsuojelulain toisessa luvussa määrätään, että luonnonsuojeluohjelmaan sisältyvällä alueella ei ole lupa tehdä muutoksia luonnollisiin olosuhteisiin ellei ELY-keskus toisin määrää (Luonnonsuojelulaki 1996, 2 luku 9 §). Luvussa kolme määritellään samaan ryhmään myös kansallis- ja luonnonpuistot sekä muut luonnonsuojelualueet. Pykälässä 13 kielletään lailla luontoa muuttava toiminta kyseisillä alueilla, jolloin näillä alueilla vesistöjä ei voida padota. (Luonnonsuojelulaki 1996, 3 luku 11-13 §)

Luonnonsuojelulaissa käsitellään myös Euroopan Unionin Natura 2000 -verkostoa. Pykälässä 64a kielletään Natura 2000 -alueiden luonnonarvojen merkittävä heikentäminen. Seuraavassa lain pykälässä määrätään, että alueiden luonnonarvoja heikentävät hankkeet ja suunnitelmat täytyy hylätä. Hankkeen voi kuitenkin hyväksyä yleisen edun vuoksi pakottavissa tilanteissa, jos löydettävissä ei ole muita vaihtoehtoisia ratkaisuja. Tämä 66 § lisäys voisi mahdollistaa padon rakentamisen esimerkiksi tulvavaaran uhatessa. Yleisesti ottaen Natura 2000 -ohjelmaan kuuluville alueille uuden padon rakentaminen on epätodennäköistä. Suomen tapauksessa Natura 2000 on siis myös merkittävässä roolissa, sillä Suomessa Natura 2000 vaikutusalueeseen kuuluu viisi miljoonaa hehtaaria maa-aluetta. (Ympäristöministeriö, 2016)

3.4 Koskiensuojelulaki 35/1987

Koskiensuojelulain tarkoitus selviää hyvin jo lain nimestä. Sen tarkoitus on suojella luonnon monimuotoisuutta ja luonnollista koskimaisemaa sekä turvata luonnolliset elinolot siellä eläville kasveille ja eläimille. Koskiensuojelulain ensimmäisessä pykälässä on lailla kielletty uusien patojen (voimalaitoksien) rakentaminen 53 eri vesistöön Suomessa. (Koskiensuojelulaki 1987, 1 §)

4 VESISTÖPATOJEN LUOKITTELU SEKÄ MÄÄRÄT JA ESIINTYVYYS SUOMESSA

4.1 Luokittelu

Vesistöpadot luokitellaan kolmeen eri luokkaan sen aiheuttaman mahdollisen vahingonvaaran mukaan. Luokittelun suorittaa patoturvallisuusviranomainen eli Kainuun ELY-keskus. Patojen luokittelussa täytyy ottaa huomioon mahdollisessa sortumatapauksessa syntyvä tulva-aallon aiheuttama vahingonvaara padon alapuolisilla alueilla sekä myös padon yläpuolella aiheutuva vaara vedenpinnan äkillisen laskun johdosta. Koska padolta vaadittavat ominaisuudet määräytyvät luokittelun perusteella, täytyy rakennuttajan selvittää padon tuleva luokka jo suunnitteluvaiheen aikana. (Patoturvallisuuslaki 2009, 10-12 §; Isomäki ym. 2012 s.18) Jos padon elinkaaren aikana tapahtuu merkittäviä muutoksia olosuhteissa, esimerkiksi padon alapuolelle rakennetaan asutusta, määritellään padolle uusi luokitus, jossa sen vaaraluokkaa todennäköisesti nostetaan (Patoturvallisuuslaki 2009, 20-21 §).

1-luokkaan kuuluvat kaikista suurimman riskiryhmän padot, jotka aiheuttavat onnettomuustilanteessa vaaran terveydelle ja ihmishengelle tai merkittävän vaaran omaisuudelle tai ympäristölle (Patoturvallisuuslaki 2009, 11 §). Ihmishengelle sekä terveydelle voidaan todeta aiheutuvan vaaraa, jos padon alapuolelta löytyy pysyvää tai vapaa-ajan asutusta ja on mahdollista, että yksikin rakennus tuhoutuisi onnettomuustilanteessa. Ympäristön osalta 1-luokan vesistöpato täyttää määritelmän, jos se onnettomuustilanteessa tuhoaisi joitain merkittäviä luontokohteita kuten luonnonsuojelualueen. 1-luokkaan kuuluva vesistöpato on voinut saada myös luokituksensa siksi, että sortumistilanteessa se tuhoaisi omaisuutta, jolla on merkittävä taloudellinen arvo tai yhteiskunnallisesti merkittäviä osia, kuten sähkönjakeluun liittyvän laitoksen. Vesistöpadoista 1-luokan padoiksi on luokiteltu suurimmat jokivoimalaitospadot ja suuria tekoaltaita padottavat patorakennelmat. 1-luokkaan kuuluu myös pienempiä vesimääriä pitelevät padot, joiden alla on asutusta. (Isomäki ym. 2012 s.18-19)

2-luokkaan kuuluvat hieman pienemmän vaararyhmän padot, jotka saattavat aiheuttaa onnettomuustilanteessa vaaraa terveydelle (muttei hengelle) tai vähäistä merkittävämpää vaaraa ympäristölle tai omaisuudelle (Patoturvallisuuslaki 2009, 11 §). Vesistöpato, joka

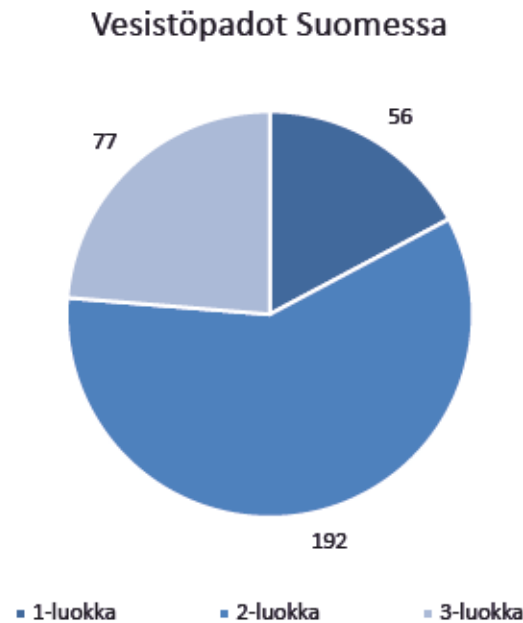
kuuluu 2-luokkaan, ei saa sortumistapauksessaan aiheuttaa niin voimakasta (tai korkeaa) aaltoa, että ihminen huuhtoutuisi aallon mukana. Aalto saattaa aiheuttaa vaurioita rakennuksiin, mutta sen voima ei kuitenkaan tuhoa rakennusta. Vesistöpadosta 2-luokkaan kuuluu yleensä pienempiin voimalaitoksiin liittyvät padot, jotka eivät täytä 1-luokan kriteerejä sekä säännöstelypadot, jotka liittyvät suuriin vesistöihin. (Isomäki ym. (toim.) 2012 s.19)

3-luokkaan kuuluu kaikista pienimmät padot, joista onnettomuustilanteesta huolimatta saattaisi aiheutua vain vähäistä vaaraa (Patoturvallisuuslaki 2009, 11 §). Tähän luokkaan määritellään yleisesti sellaiset padot, jotka eivät aiheuta onnettomuustilanteessa lainkaan vaaraa asuinrakennuksille. Vesistöpadosta 3-luokkaan kuuluvat yli kolme metriä korkeat patorakenteet, jotka eivät kuulu ylempiin luokkiin, vanhat sahoihin ja myllyihin liitetyt padot sekä pienet säännöstelypadot. (Isomäki ym. (toim.) 2012 s.19)

Jos patoturvallisuusviranomaisen näkemyksen mukaan padosta ei aiheudu vaaraa, sitä ei ole sisällytetty luokitteluun lainkaan. Tästä huolimatta näitäkin patoja koskevat samat patoturvallisuuslaissa määrätyt yleiset velvoitteet. (Patoturvallisuuslaki 2009, 11 §) Rajana luokittelematta jättämiseen voidaan usein vesistöpadon tapauksessa pitää alle kolmen metrin korkeutta. Myös erittäin syrjäinen sijainti ja alhaiset vesimäärät saattavat johtaa luokittelematta jättämiseen. Luokittelun ulkopuolelle jää vesistöpadosta myös kaikki pohjapatorakennelmat. (Isomäki ym. 2012 s.19-20)

4.2 Määrät ja esiintyvyys

Suomessa oli joulukuussa 2018 yhteensä 325 vesistöpatoa. Suurin osa näistä padoista (192) kuuluu 2-luokan patoihin. Padoista 77 kuuluu 3-luokkaan ja loput luokitelluista padoista kuuluu luokkaan 1. (Kuva 2; Kainuun ELY-keskus 2018a) Näiden lisäksi Suomessa on tuhansia vesistöpatoja ja tulvapenkereitä, jotka eivät kuulu luokittelujärjestelmään niiden pienen koon tai vaarattomuuden vuoksi (Saarinen 2010).



Kuva 2. Vesistöpadot Suomessa (Kainuun ELY-keskus 2018a).

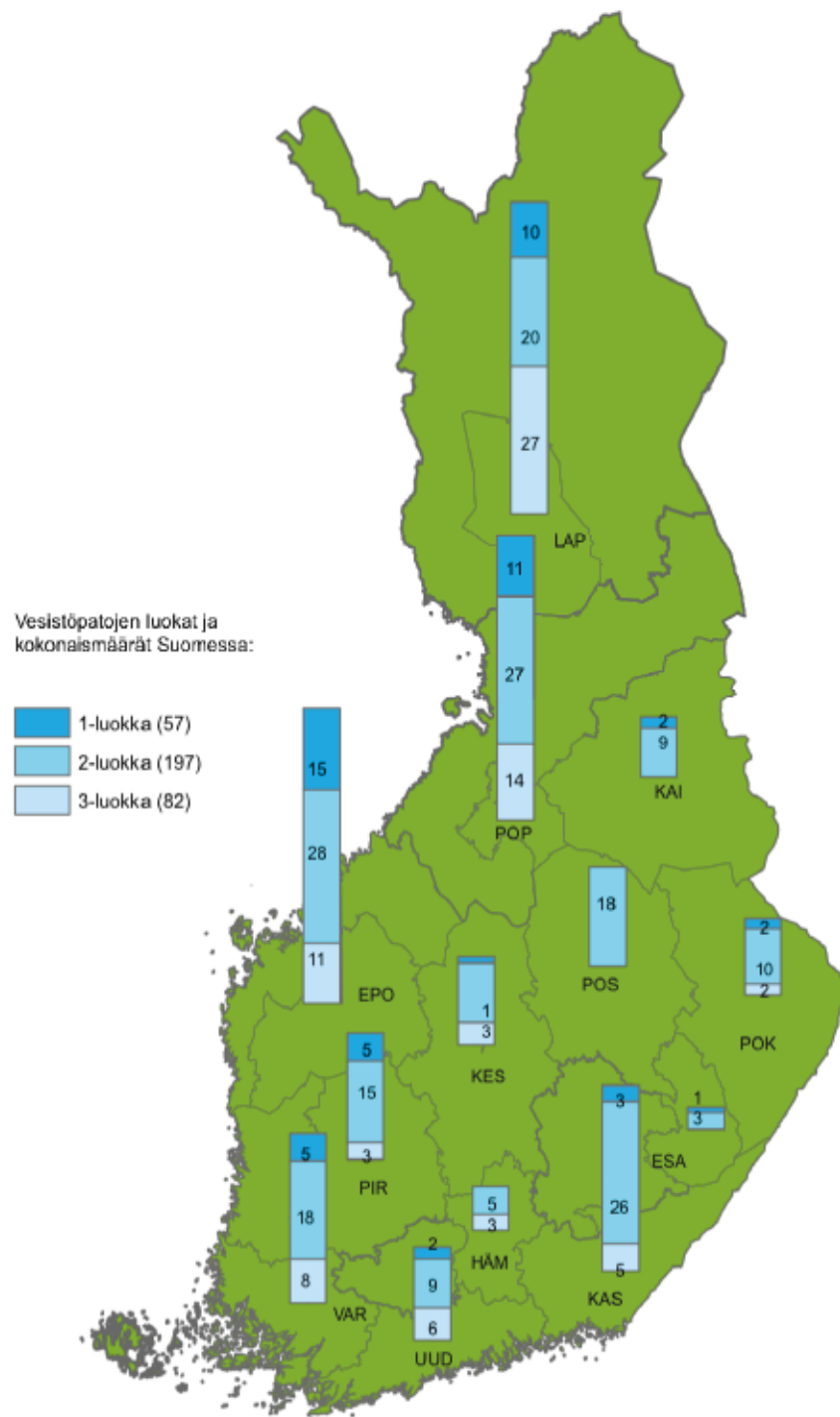
1-luokan vesistöpadot ovat jakaantuneet Suomessa melko epätasaisesti maantieteellisesti katsottuna. Toisaalta, kun katsotaan karttaa, jossa näkyvät Suomessa virtaavat joet, voidaan selvästi huomata, että patojen rakentaminen on keskittynyt alueille, joissa on virtaavaa vettä lähistöllä. Varsinkin 1-luokan padot ovat melkein poikkeuksetta sijoittuneet maantieteellisesti rannikon tuntumaan tai suurien jokien varrelle ja näin ollen sisämaassa on vain muutamia ykkösluokan patoja. Nämä sisämaan 1-luokan vesistöpadot ovat osittain myös tehty tulvasuojelua varten, kuten esimerkiksi Porin tulvapenkereet ja Vantaan tulvapenkereet. (Kainuun ELY-keskus 2017)

2-luokan padot ovat jakaantuneet tasaisemmin koko Suomen mittakaavassa. Tähän luokkaan kuuluvat suuremmat säännöstelypadot ja pienemmät voimalaitospadot. Näin ollen tähän ryhmään kuuluvat Suomen eteläisissä osissa ja sisämaassa sijaitsevat virtaamaltaan pienemmät joet, joissa tuotetaan vesivoimaa. Myös esimerkiksi pohjoisen sivujokien vesistöpadot kuuluvat tähän ryhmään, sillä niissä vahingonvaara ei ole niin suuri. Ryhmässä kaksi on myös monia tulvapenkereitä, kuten Inarin kunnan tulvapenkereet. (Kainuun ELY-keskus 2017)

Luokkaan 3 kuuluu hyvin pieniä voimalaitospatoja, säännöstelypatoja, muutama tulvapenger ja jopa yksi pohjapato. Nämä padot ovat painottuneet myös suurimmaksi osaksi Pohjois-Suomeen, missä virtaa enemmän jokia kuin Etelä- ja Keski-Suomessa.

Esimerkiksi Kainuussa tai Savossa ei ole lainkaan 3-luokkaan kuuluvia vesistöpatoja. (Kainuun ELY-keskus 2017)

Kun katsotaan kaikkien luokiteltujen vesistöpatojen määriä eri puolilla Suomea, on huomattavissa merkittäviä eroavaisuuksia eri alueiden välillä (Kuva 3). Lapissa sekä Pohjois- ja Etelä-Pohjanmaalla sijaitsee kullakin alueella yhteensä noin 60 luokittelujärjestelmään kuuluvaa vesistöpatoa. Näillä kolmella alueella sijaitsee määrällisesti yli puolet Suomen luokitelluista vesistöpadoista. Vähiten patoja puolestaan on Keski-Suomessa ja Hämeessä, joissa kummassakin on alle kymmenen patoa. Myös sisämaassa sijaitsevilla muilla alueilla on vain vähän patoja. Sillä, vaikka sisämaassa on paljon järviä, ovat suuret vuolaasti virtaavat joet melko harvinaisia keskellä sisämaata. (Kainuun ELY-keskus 2017)



Kuva 3. Luokiteltujen vesistöpatojen esiintyminen Suomessa kesällä 2017 (Kainuun ELY-keskus 2017).

5 YLEISIMMÄT PATOTYYPIT SUOMESSA

Suomessa käytetyt patotyyppit voidaan helposti jakaa kahteen eri pääluokkaan niiden rakenteellisten ratkaisujen perusteella. Maapatoja ja betonipatoja yhdistää molempia tavoite pitää vesi määrätyllä alueella padon reunan takana. (Holm ja Leskelä 1973) Pohjapadoksi puolestaan kutsutaan patorakennetta, jonka tarkoitus ei ole veden patoaminen taakseen vaan veden pinnan korkeuden stabilisointi vuodenajasta riippumatta (Kainuun ELY-keskus 2014a).

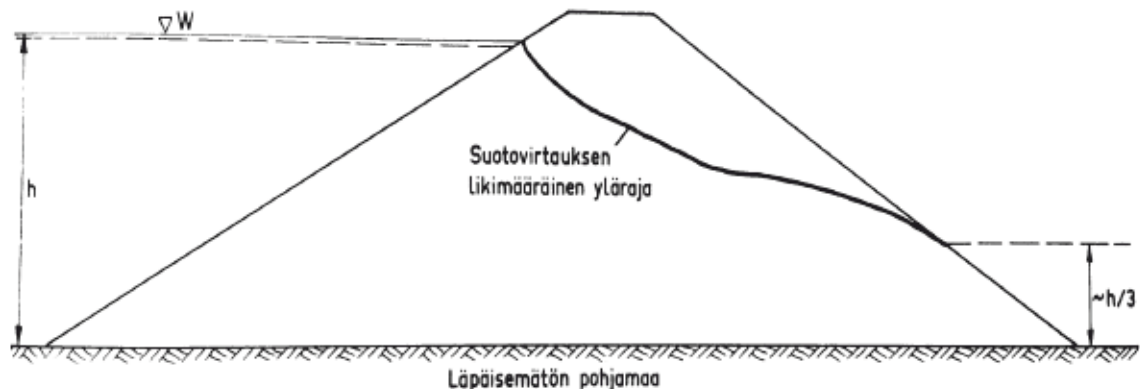
5.1 Maapadot

Maapadot jaetaan niiden rakentamistavan mukaan eri ryhmiin. Maapatoja on homogeenisia, vyöhykepatoja ja louhepatoja. Sopiva maapatotyyppi kyseiselle kohteelle valitaan useiden eri tekijöiden perusteella. Vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa rakennusaineiden saatavuus työnmaan lähetyviltä, rakennusaika, padolle käytettävissä oleva tila, padon koko, sallittu suotovesimäärä padon läpi ja suunnitellun maapadon alla olevan pohjan kantavuus. Maapadojen vakaus perustuu rakennelman suureen massaun, jonka avulla maapato pysyy paikallaan. (Holm ja Leskelä 1979 s.71)

Homogeenisillä maapadoilla tarkoitetaan maapatoa, joka koostuu pääsääntöisesti yhdestä rakennusaineesta. Homogeeniset maapadot ovat yleensä Suomen olosuhteissa alle kymmenen metrisiä. Homogeenisen maapadon rakennusaineena voidaan käyttää erittäin hienojakoisia maalajeja kuten savea, silttiä, hiekkaa tai moreenia. Suomen olosuhteissa moreeni on yleisesti käytetyin maa-aines. Suotovesien keräilyjärjestelmien tarvittava kapasiteetti määräytyy myös hyvin pitkälle rakennusaineen valinnasta ja sen vedenläpäisevyydestä. Jos vedenläpäisevyys maa-aineella on yli 10^{-6} m/s, on suotovesien läpäisevyys jo erittäin merkittävä. Näissä tapauksissa keräilyjärjestelmien mitoitus tulee olla kunnossa, jotta ongelmilta vältytään. (Holm ja Leskelä 1979 s.72,80 ja 81)

Homogeenisen maapadon etuihin kuuluu rakentamisvaiheen selkeys, mikä johtuu raaka-aineiden homogeenisuudesta, sekä rakentamisen ja maapadon tiivistämisen valvomisen yksinkertaisuudesta. Negatiivisiin puoliin kuuluu rakennusvaiheen mahdollinen pitkittyminen sateen tai pakkasten estäessä töiden tekemisen, vettyminen kuivan luiskan puolella jatkuvan suototilan vuoksi ja homogeenisen maapadon vaatima suuri massa muihin vaihtoehtoihin verrattuna. Homogeeninen maapato vaatii aina loivan kuivan

puolen luiskan rakennusaineesta riippumatta. Karkean materiaalin tapauksessa luiska on loiva suotovesien vuoksi, jotta ne eivät pääse valumaan maapadon läpi (Kuva 4). Rakennusaineen ollessa erittäin hienoa loivuuden suurin syy ei ole suotovedet, vaan rakenteellinen pysyvyys, sillä hienompi rakennusaine ei päästä vettä niin paljon lävitseen. Märkä luiska täytyy puolestaan tehdä loivaksi huokosveden paineiden takia, jotka syntyvät nopean veden alentumisen vuoksi. (Holm ja Leskelä 1979 s.72)

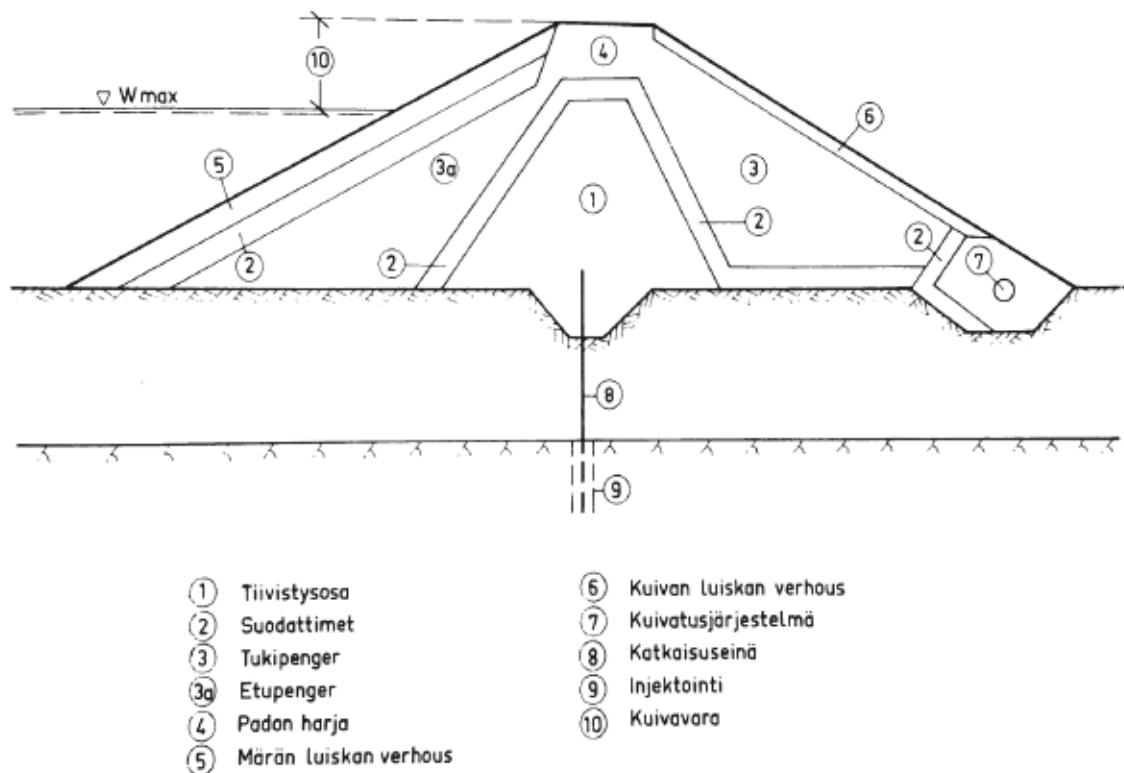


Kuva 4. Homogeenisen maapadon läpi menevät suotovedet. Jatkuvan suototilan ollessa käynnissä arvioidaan kuivasta luiskasta eroosio alttiina olevan 1/3. (Holm ja Leskelä 1979 s.83)

Vyöhykepadot koostuvat useammasta eri materiaalista, mikä antaa niille paremmat ominaisuudet verrattuna homogeeniseen maapatoon. Vyöhykepato nimensä mukaan koostuu erilaisista vyöhykkeistä (Kuva 5), joilla on oma tehtävänsä padossa. Padon tärkein osa veden valumisen estämiseksi on tiivistysosa, jonka tehtävä on pysäyttää suotovesien eteneminen. (Holm ja Leskelä 1979 s.72) Tiivistysosan täytyy olla huonosti vettä läpäisevää, eroosiota kestävää sekä helposti käsiteltävissä olevaa materiaalia. Suomen oloissa tämä tarkoittaa useimmiten helposti saatavilla olevaa hiekka- tai silttimoreenia (vedenläpäisevyys täytyy olla pienempi kuin 10^{-7} m/s). Saven ja siltin käyttö vyöhykepadon tiivistysosassa on hyvin harvinaista Suomessa, koska kuivakuorisiltin ja -saven määrät ovat yleensä niin pieniä, ja normaalin koheesiomaan käyttäminen vaikuttaa tiivistämiseen hankaloittaen ja hidastaen sitä. (Holm ja Leskelä 1979 s.76) Tiivisteosan sijainti voi vaihdella vyöhykepadossa keskustan pystysuorasta (tiivistesydän) kohti märkää luiskaa aina sen pintaan asti. Tällöin tiivisteosan muoto on kalteva samaan suuntaan kuin luiska on kalteva. Nykyään käytetään myös tekoaineita

tiivistysosassa pysäyttämään (hidastamaan) veden etenemistä. Tekoaine voi olla esimerkiksi puuta, muovia, betonia tai terästä. (Holm ja Leskelä 1979 s.72)

Tiivistysosan päällä on normaalisti suodatinkerros. Sen tehtävä on torjua mahdollista sisäisen eroosion vaaraa sekä laskea rakennusaikaisia ja nopeasta veden alenemisesta johtuvia huokosvedenpaineita. (Holm ja Leskelä 1979 s.72). Suomessa suodatinmateriaalit koostuvat tavallisesti karkeasta siltistä, sorasta, hiekasta ja murskeesta. Loppuosa vyöhykepadosta on tukipengertä, jonka tehtävä on tukea maapatoa. Vaadittuja ominaisuuksia tukipenkereelle ovat suuri leikkauslujuus, hyvä vedenläpäisevyys, halpuus ja helppo käsiteltävyys. Tukipenger koostuu Suomessa useimmiten louheesta, sorasta, hiekasta tai vettä läpäisevästä moreenista. (Holm ja Leskelä 1979 s.80)



Kuva 5. Vyöhykepadon rakenne (Holm ja Leskelä 1979 s.73).

Merkittävin etu vyöhykepadon rakentamisessa on pienempi massa verrattuna homogeenisiin maapatoihin eli toisin sanoen pienempi tilantarve, jonka rakentaminen vaatii. Tämä johtuu karkeiden materiaalien käytöstä, minkä ansiosta luiskia voidaan

tyrkentää. Haittoihin kuuluu työn ja valvonnan hankaloituminen, koska rakentamisvaiheessa käsitellään monia eri materiaaleja. (Holm ja Leskelä 1979 s.72)

Louhepadot ovat maapatoja, jotka koostuvat tiivistysosasta ja louheesta tai luonnonkivistä. Tiivistysosa koostuu samoista materiaaleista kuin vyöhykepadoissa eli maasta tai jonkinlaisesta tekoaineesta. Louhepadot voidaan joissakin luokitteluissa lukea myös vyöhykepadoiksi niiden samankaltaisen rakenteen vuoksi. Louhepatojen alustan täytyy olla kestävämpi kuin muiden maapatojen niiden ison massan vuoksi. Louhepadot voidaan rakentaa mihin vuodenaikaan tahansa. Jos maaperä on eroosioherkkää materiaalia, se tulee aina poistaa rakentamisen aluksi. (Holm ja Leskelä 1979 s.73)

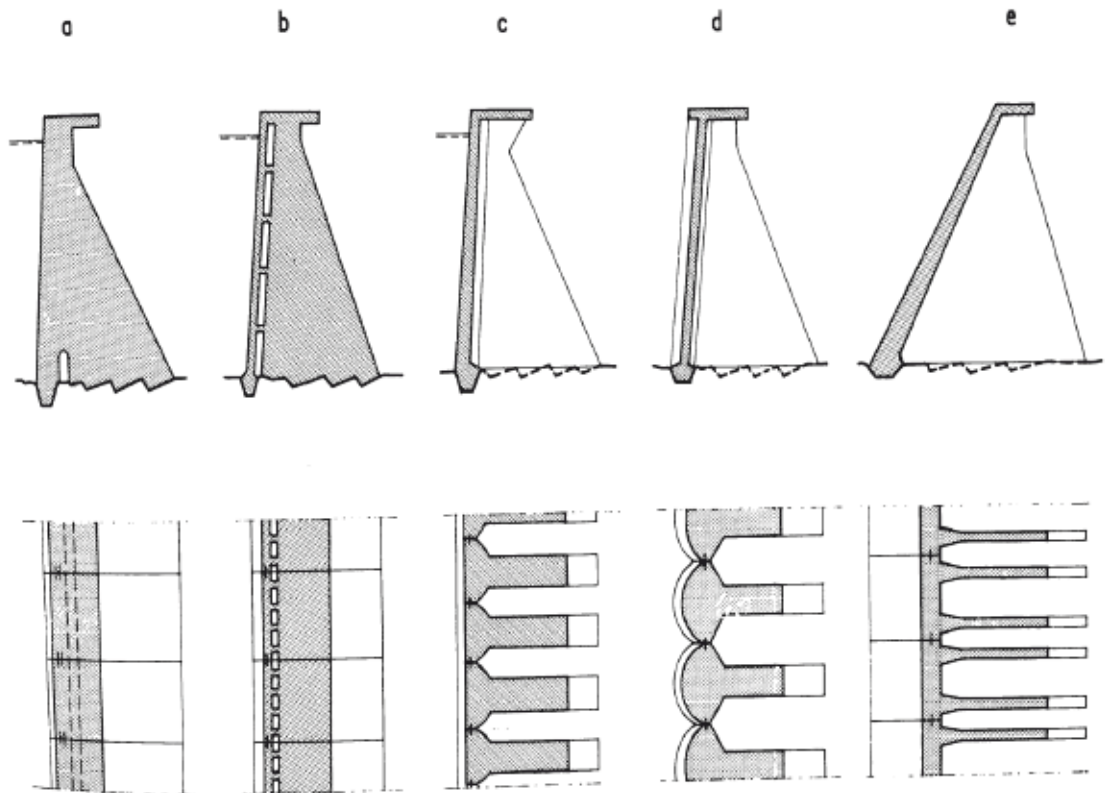
Kaikkiin maapatoihin kuuluu olennaisesti myös märän luiskan verhoilu, jolla voidaan estää veden aiheuttama eroosio. Verhoiluun tarvittava kivi- tai lohkarekoko riippuu suurimmasta mahdollisesta aaltojen koosta. Suuremmat aallot tarvitsevat suuremmat lohkareet ehkäisemään maapadon eroosiota. (Isomäki ym. 2012 s.69)

5.2 Betonipadot

Betonista rakennetuissa padoissa on olemassa kahta erilaista tyyppiä, jotka ovat gravitaatio- ja holvipadot. Holvipatoja ei Suomen olosuhteissa voida rakentaa, koska ne vaativat kallioita, joihin veden aiheuttama paine johdetaan. Suomessa betonipadot ovat siis aina gravitaatiopatoja eli niiden massa on suuri. Betonipatojen rakentaminen on harvinaista nykyään, koska maapatojen rakentaminen on paljon taloudellisempaa maanrakennuskoneiden kehittyttyä. Varsinkin tilanteessa, jossa padon ainut tehtävä on pitää vesi määrätyllä alueella, kallistuu valinta aina maapatoon. Betonipadon rakentaminen tulee kysymykseen, jos pato pitää rakentaa hyvin ahtaaseen paikkaan, maapatoon sopivia materiaaleja ei ole saatavilla rakennuspaikan lähistöllä, padon yhteyteen tulee voimalaitos, perustamis- ja ilmasto-olosuhteet ovat maapadon rakentamisen kannalta hankalat tai on mahdollista, että padolla esiintyy tulvimista ja ylivirtausta (tulva-aukoista voidaan päästää vettä läpi ja näin välttää ylivirtaus). (Holm ja Leskelä 1979 s.62)

Betonipadot kohdistavat maaperään suuremman voiman kuin maapadot, joten niiden perustukset tehdään yleensä suoraan kallioperään, joka kaivetaan esiin rakennusvaiheessa. Betoniset gravitaatiopadot jaetaan kolmeen eri ryhmään, jotka ovat

massiiviset betonipadot, lamellipadot ja laattapadot (Kuva 6). Kaksi viimeistä ovat kevennettyjä versioita massiivisesta padosta ja niiden rakentamiskustannukset ovat täten alhaisemmat. Sopiva betonipadotyyppi valitaan käyttötarkoituksen ja siihen kohdistuvien voimien mukaan. Käytännössä kuitenkin padon mitoitus tapahtuu kokeilemalla. (Holm ja Leskelä 1979 s.65-68)



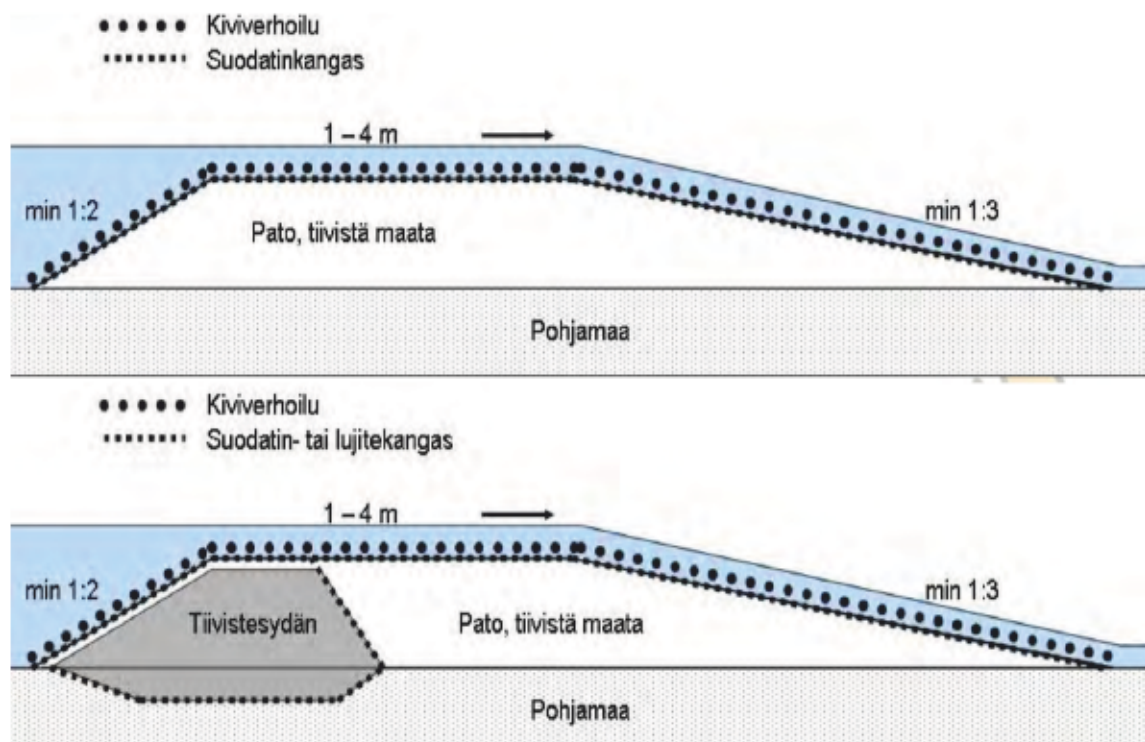
Kuva 6. Erilaisia betonisia gravitaatiopatoja. Padot a ja b esitetään massiivisia betonipatoja, joista b:ssä on luiska verhoiltu. Padot c ja d kuuluvat lamellipatojen ryhmään ja pato e laattapatoihin (Holm ja Leskelä 1979 s.55).

5.3 Pohjapadot

Pohjapadon tarkoitus ei ole varsinaisesti padota vettä vaan estää sen etenemistä vesistöissä. Pohjapadon yli meneekin jatkuva ylivirtaama, minkä vuoksi pohjapato on oikein rakennettuna veden alla (pois lukien kuivat kaudet). Pohjapadon tarkoitus on säännöstellä padon yläpuoleista vedenpinnan korkeutta siten, että veden pinta ei pääse laskemaan liian alhaiseksi kuivanakaan vuodenaikana, vaan korkeus pysyy vakaana

ympäri vuoden. Pohjapato sijoitetaan usein esimerkiksi lasku-uomaan, joka sijaitsee kosteikkoalueella. (Kainuun ELY-keskus 2016)

Pohjapato rakennetaan normaalisti kivistä, puusta tai sorasta. Useampien pohjapatojen rakentaminen peräkkäin on hyvä keino välttää liiallisesta veden virtauksesta johtuvaa eroosiota. Pohjapadossakin voi olla erillinen tiivistesydän sen etuosassa (Kuva 7), mikä estää virtauksen suoraan pohjapadon läpi. (Kainuun ELY-keskus 2014a; Suomen riistakeskus 2013) Pohjapadon pinta maisemoidaan kiviverhoilulla, jolloin parhaimmillaan lopputulos ei näytä lainkaan padolle, vaan tuloksena on täysin luonnonmukainen kivinen jokimaisema. Erikokoisten ja -muotoisten luonnonkivien käyttäminen maisemoinnissa on hyvä ratkaisu, koska lopputulos on tällöin luonnollisen näköinen. (Kainuun ELY-keskus 2016; Suomen riistakeskus 2013)



Kuva 7. Pohjapato voidaan rakentaa joko tiivistesydämellä tai ilman. Yläpuolen ratkaisua käytetään, kun rakennusmateriaali ei ole vettä läpäisevää ja alapuolen mallia vettä läpäisevälle materiaalille. (Suomen Riistakeskus 2013)

6 VESISTÖPATOJEN HYÖTYJÄ JA HAITTOJA

Vesistöpatojen rakennuksesta saadaan aina jotain hyötyä, mikä on myös perusedellytys rakennusluvan myöntämiselle. Asialla on kuitenkin aina myös kääntöpuolensa ja padoista aiheutuu hyötyjen lisäksi erilaisia haittoja. Tämä on eräs syy, miksi suurien patojen rakentaminen on Suomessa vähäistä tällä hetkellä. Toinen syy, miksi uusia suuria patoja ei Suomessa nykyään juuri rakenneta, on se, että vesivoiman kannalta otollisimmat paikat on jo valjastettu patorakennelmin ja uusia ei voida enää rakentaa, koska niiden kannattavuus olisi heikko. Osa potentiaalisista joista vesivoiman kannalta (ja täten patojen rakennuksen kannalta) on suojattu lailla, joka kieltää jokien patoamisen ympäristönsuojelullisista syistä. Vesivoiman hyödyt ovat huomattavasti pienemmät Suomessa kuin esimerkiksi Norjan vuoristossa virtaavissa joissa maan tasaisuuden vuoksi. (Energieallisuus ry 2019; Energiamaailma 2019)

6.1 Hyödyt

Ensimmäinen edellytys padon rakentamiselle vesistöön on se, että siitä syntyy enemmän hyötyä kuin haittaa. Vesistöpadot eroavat käyttötarkoituksillaan toisistaan merkittävästi. Patoja rakennetaan alueesta riippuen monista eri syistä. Vesistöpadosta saatavat edut voivat olla esimerkiksi terveyden (tulvien välttäminen) tai energian saannin kannalta merkittäviä.

Vesistöpato useimmiten rakennetaan, jotta voidaan tuottaa energiaa juoksevan veden liikkeen avulla. (Kainuun ELY-keskus 2016) Tämä liike-energia pyörittää turbiinia, mistä saadaan loppujen lopuksi tuotettua sähköä. Vesivoimalaa varten vesimassat padotaan, mistä seuraa luonnollisesti veden kasaantuminen alueelle, koska vesivoimalan läpi voidaan päästää vain sen kapasiteetin verran vettä kerrallaan. Tämä patoaminen luo jokiin leventymiä ja voimalaitosten vuoksi rakennetaan myös tekoaltaita, joiden reunoilla kiertää maapato. Tämä maapato pitää vesimassat halutulla alueella, kun taas varsinainen voimalaitospato on rakennettu betonista. Varsinaisen vesivoimalaitoksen lisäksi voimalaitoksen ohessa sijaitsee aina ohijuoksutuspato (Kuva 8), jonka läpi osa vesimassoista päästetään, jotta vältetään padon tulvimiselta. (Vattenfall 2014)



Kuva 8. Imatran voimalaitoksen ohijuoksutuspato (Lundström 2019).

Näiden voimalaitospatojen hyöty on luonnonllisesti energian tuottaminen. Merkittävää on huomioida myös vesivoiman päästöttömyys, uusiutuvuus ja sen pitkäikäisyys. Erityisesti päästöttömyys on vesivoiman suuri etu energiamarkkinoilla, koska nykyään monille on tärkeää ekologisuus, kun tietoisuus ilmaston muutoksen kiihtymisestä on levinnyt laajemmin ja siihen on alettu suhtautua entistä vakavammin. Toinen etu on vesivoiman säätömahdollisuus. Vettä voidaan varastoida altaisiin ja juoksuttaa turbiinien läpi silloin, kun energialle on tarvetta eli energiaa kuluu enemmän. Kun energian kulutus on vähäisempää, ei voimalaitospadon (Kuva 9) läpi ole tarvetta juoksuttaa vettä niin paljon kuin kulutuspiikkien aikaan. Näissä näkökulmissa vesivoimaa varten rakennetut padot ovat erittäin hyödyllisiä kansallisesti, koska energiaa voidaan jakaa laajalle alueelle eikä ainoastaan paikallisella tasolla. On myös tärkeää, että energiaa tuotetaan kotimaassa, sillä se vähentää ulkomailta ostettavan energian määrää. (Energiamaaailma 2019)



Kuva 9. Merikosken voimalaitos. (Kuva: Aleksi Alanko)

Toinen merkittävä syy vesistöpatojen rakentamiselle on ympäristön ja ihmisten suojeleminen. Patojen tarkoitus onkin tässä tapauksessa vain estää veden pääsy alueille, joille sen ei haluta tulvivin. Vesistöpato rakennetaan siis merkittävän tulvavaaran uhatessa. (Kainuun ELY-keskus 2016; Kainuun ELY-keskus, 2019a) Padon tuoma etu on tässä kohtaa itsestään selvä eli turvallisuuden ja väestön suojeleminen.

Vesistöpato voidaan rakentaa myös vedenhankinnan tai elannon turvaamiseksi, virkistyskäyttö tarkoituksiin tai maisemoinnin vuoksi. Pato voidaan siis rakentaa, jotta turvataan tehtaiden raakaveden saanti kuivana kautena tai jotta voitaisiin padota allas, joka mahdollistaa kalan kasvatuksen. Maisemoinnin osalta kyseessä on pohjapato, joka määrittää veden pinnan korkeutta ja pitää vesimaisemaa yllä kuivanakin kautena. (Kainuun ELY-keskus 2016).

6.2 Haitat

Patojen rakennuksen haitat ovat yleisesti katsoen alueellisia, eikä niiden vaikutus kantaudu isommalle alueelle (Energiamailma 2019). Silti haitat saattavat olla erittäin merkittäviä paikallisen väestön, elinympäristön ja luonnon kannalta. Patojen aiheuttamia haittoja ei osattu ajatella yhtä laajasti sodan jälkeen, kun Suomessa alettiin rakentaa patoja

kiihtyvään tahtiin. Nykypäivänä patojen aiheuttamat haittavaikutukset ovat tiedossa paremmin, koska ne ovat käyneet vuosien kuluessa ilmi.

Paikallisen väestön kannalta merkittävin haitta padon rakentamisesta voi olla jopa kodin menetys. Padon rakentamisen yhteydessä rakennetaan usein tekoaltaita, joihin patoutunut vesi voidaan varastoida. Tekoaltaat jättävät alleen paljon ennen vedetöntä aluetta, jolla on saattanut olla myös asutusta. Tämän seurauksena voi perheitä joutua muuttamaan pois padon tieltä. Suurin tällainen tapaus Suomessa on 1960-luvulla Kemijoen padotuksen yhteydessä rakennettu Lokan tekoallas, jonka tieltä joutui muuttamaan satoja paikallisia asukkaita. (Suomen Vesiputoukset 2019)

Toinen merkittävä asia, joka padotuksista ja tekoaltaista aiheutuu on luonnon monimuotoisuuden menettäminen. Sama esimerkkitapaus kuin edellä, eli Lokan tekoallas-projekti, jätti alleen Suomen ja ehkä jopa Pohjoismaiden suurimman suoalueen eli Posoaavan. Luonnon monimuotoisuus on tärkeää sekä kasvillisuuden ja eläimistön että yleisen viihtyvyyden vuoksi. Suoalue voi olla ainut mahdollinen elinympäristö jollekin lajille ja sen tuhoaminen voi täten vähentää luonnon biodiversiteettiä. Luonnollisten tulvien poistuminen patojen rakennuksen vuoksi voi olla jopa ratkaiseva tekijä uhanalaiseksi luokitellun kasvin häviämiseen. Kun rannan avoinna pitävä vuosittainen tulva häviää, ei ranta pysy enää avonaisena, vaan muuttuu vähitellen tottuen uusiin oloihin ja täten paikallinen ekosysteemi muuttuu myös. (Suomen Vesiputoukset 2019)

Paikallisten mielestä padosta voi aiheutua merkittävää maisemahaittaa. Ennen kauniisti kuohuva koski saattaa muuttua padotuksen johdosta täysin kuivaksi uomaksi, jossa virtaa vain vähän vettä (Kuva 10). Myös tekoaltaiden esteettisyys ei ole kaikkien mieleen, joten tästäkin voi tulla paikallista haittaa asukkaille. (Suomen Vesiputoukset 2019)



Kuva 10. Merikosken pato kuivana aikana. (Kuva: Aleksi Alanko)

Patojen rakennuksesta aiheutuu merkittävää haittaa vesistössä kulkemiselle. Pato voi estää laivaliikenteen vesistössä, jos vettä padotaan ja koko uoma pääsee kuivamaan tästä syystä. Padon ohittaminen voi olla myös hankalaa, jos kunnollista ohitustietä ei ole rakennettu. Myös pohjapato riittää esteeksi, joka hankaloittaa huomattavasti vesistössä kulkemista. Padot aiheuttavat haittaa myös uittamiselle. (Suomen Vesiputoukset 2019) Rakennetulle padolle tulee olla rakennettu kunnollinen vaihtoehtoinen kulkureitti omistajan toimesta (Vesilaki 2011, 3 luku 13 §).

Pato voi aiheuttaa merkittäviä ongelmia myös veden alla eläville eliöille. Pato voi estää kalojen luonnollisen liikkumisen kohti yläjuoksua ja perinteisiä kutupaikkoja. Tästä voi seurata pahimmassa tapauksessa kalakantojen ehtyminen ja tietyn lajin häviäminen paikallisesti kokonaan. Erityisesti tämä kalakannoille haitallinen vaikutus koskee tyypillisiä vaelluskaloja, kuten lohia. Tähän havaittuun ongelmaan on kuitenkin reagoitu aikojen saatossa ja kalakantoja on pyritty elvyttämään kalojen istutuksilla jokiin ja järviin. Toinen kalakantojen pysyvyyden kannalta merkittävä toimi on padon kiertävien kalateiden rakennus. Kalatietä (Kuva 11) pitkin kala voi ohittaa padon ja päästä näin liikkumaan kohti kutupaikkaansa padosta huolimatta. Näillä toimilla on kalakannat saatu pysymään vastaavanlaisina verrattuna luonnontilaiseen populaatioon. (Energiamaaailma 2019)



Kuva 11. Kalaportaat Korpelan voimalaitoksella Kannuksessa. (Kuva: Aleksi Alanko)

6.3 Yhteenveto

Kun kootaan patotoiminnan hyvät ja huonot puolet yhteen, päädytään tilanteeseen, jossa vesistöjen padottamisesta voidaan olla montaa eri mieltä. Tulvavaaran ja ihmishengen suojelun vuoksi rakennettavat padot ovat välttämättömiä turvallisuuden vuoksi, mutta muut vesistöpadot voivat aiheuttaa eriäviä mielipiteitä paikallisen väestön ja muualla asustavan, kauempaa tilannetta tarkkailevan väestön välillä. Padoilla on monta etua puolellaan, mutta myös vastakkaset argumentit ovat hyvin ymmärrettävissä.

Luonnon biodiversiteetin säilyminen huomiodaan nykyisin paremmin kuin 50 vuotta sitten patoja rakennettaessa. Tästä johtuen uusien patojen rakentaminen on Suomessa ja maailmalla loppunut melkein kokonaan. Maailmalla kehittyneissä teollisuusvaltioissa onkin alettu purkaa patoja, jotta luonnon monimuotoisuus saataisiin palautettua ja jokimaisema normalisoitua ennalleen. Suomessa suuria jokipatoja ei olla ainakaan toistaiseksi alettu purkaa, mutta sekin aika voi vielä koittaa. (Kokkonen 2018)

7 ESIMERKKEJÄ ERITYYLLISISTÄ PADOISTA ERI ALUEILTA SUOMESTA

Koska luokittelujärjestelmään kuuluu erityyylisiä patoja, on tässä luvussa tarkoitus esitellä jokaisesta luokasta esimerkki. Esimerkinomaisesti käydään myös läpi käyttötarkoitukseltaan eri ryhmiin, vaikkakin samaan luokkaan kuuluvat padot. Näitä ovat voimalaitospato ja tulvasuojelun vuoksi rakennettu patovalli.

7.1 Hautaperän pato

Hautaperän maapato on vuonna 1976 Haapajärvelle valmistunut vesistöpato. Hautaperän pato on homogeeninen maapato, joka on valmistettu paikallisesta moreenimaasta. Hautaperän maapato rajaa suuren tekoallas-alueen, jonka kokonaispinta-ala on 7,6 km². (Körkkö ym. 1983) Hautaperän allas sekä sen säännöstelypato Hinkuan pato on luokiteltu ykkösluokkaan (Kainuun ELY-keskus 2018c). Hinkuan padolla säännöstellään Kalajoen virtaamia ja ehkäistään kevään tulvariskejä. Hautaperän allas on huomattavin tekojärvi Kalajoen varrella ja sen säännöstelytilavuus on 48 miljoonaa m³. (Kainuun ELY-keskus 2014b)

Hautaperän allas on tyypillinen vesivoiman yhteyteen rakennettu veden säännöstelyallas. Kalajoen suurin voimalaitos (Hinkuan voimalaitos) sijaitsee juuri Hautaperän altaan yhteydessä. Sen putouskorkeus on 19 metriä ja teho 6,3 MW. Vuodessa se tuottaa energiaa 9,7 GWh. Vaikka vesivoiman hyödyntäminen oli merkittävin tekijä tekoaltaan rakentamispäätöksen takana, oli myös tulvasuojelulla merkittävä painoarvo päätöstä tehtäessä. (Kainuun ELY-keskus 2014b)

7.2 Porin tulvapenkereet

Porissa vallitsee tällä hetkellä Suomen korkein tulvavaara. Tulvavaara-alueen suuruus Porissa on 50 neliökilometrin luokkaa, mistä noin puolet on rakennettua aluetta ja loppuosa maatalouskäytössä tai haja-asutusaluetta. Porin tulvavaara koskee noin 15 000 asukasta ja 5000 asuntoa. Tulvavaara vaihtelee merenpinnan tason, virtaaman suuruuden sekä mahdollisten jää- ja hyydepatojen sijainnin, koon ja muodon mukaan. Tulvavaara ei koske vain yhtä aluetta, vaan vesi voi tulvia kaupunkiin monesta eri paikasta. (Porin kaupunki 2019b)

Tulvavaaran aiheuttaa Porin läpi virtaava Kokemäenjoki, jonka tulvimistapaukset ovat aiheuttaneet kaupungille ongelmia jo pitkään. Ensimmäiset Porin tulvapenkereet on rakennettu 1920-luvulla. (Kainuun ELY-keskus 2018b) Vuonna 2003 Porin kaupunki aloitti hankkeen nimeltä Porin tulvasuojelu, jonka nimissä Porin patoja alettiin peruskorjata. Korjauksien ohella tulvasuojeluohjelmaan kuului huoltavana toimenpiteinä Kokemäenjoen ruoppaus. Vuonna 2008 Porin tulvapenkereet luokiteltiin kuuluvaksi patoturvallisuuslain piiriin (1-luokka). (Porin kaupunki 2019a; Kainuun ELY-keskus 2018c) Tulvapenkereet ovat suurimmaksi osin maapatoja, mutta joukossa on myös maisemallisten ja teknisten seikkojen kannalta helpompaa seinämäistä rakennetta (Kainuun ELY-keskus 2018b).

Tulvapenkereiden tehtävä on siis suojata kaupunkia ja tehdä siitä turvallinen paikka elää. Tämä hoidetaan ennakoivilla toimenpiteillä, mutta samalla on myös tehty suunnitelmia, joilla on varauduttu pahimpaan mahdolliseen tilanteeseen, joka voisi aiheutua tulvapenkereen sortuessa. Tulvapenkereiden muita tavoitteita on säilyttää luonnontilainen ympäristö ja ihmisen muokkaama luonto sekä tuottaa sivussa vesivoimaa tulvasuojelun ohella. (Porin kaupunki 2019a)

7.3 Suntin pohjapato

Kokkolassa kaupungin läpi virtaavassa Suntissa on ollut jo vuosia käytössä säännöstely pohjapadon avulla. Hollihaassa sijaitseva Suntin pohjapato ei ole toiminut enään vuosiin halutulla tavalla, sillä suuret vesimassat eivät ole päässeet liikkumaan padon ylitse. Vanhaa pohjapatoa on täytynyt aukoa ajoittain, kun vesi on noussut liian korkealle ja vesimassat on haluttu liikkeelle. (Store 2015) Helmikuussa 2019 Suntissa aloitettiin uuden pohjapadon rakentaminen ja matalimpien kohtien ruoppaus, jotta Suntti toimisi uuden pohjapadon kanssa halutulla tavalla. Nykyisen aikataulun mukaan ruoppaukset valmistuivat huhtikuussa 2019 ja uuden pohjapadon on määrä valmistua juhannukseen 2019 mennessä. (Store 2019)

Uusi kesällä 2019 valmistuva pohjapato asettaa vedenkorkeuden padon taakse pysyvästi nykyiseen keskivesikorkeuteen, joka on 0,80 metriä. Uuden suunnitellun pohjapadon harja on neljäkymmentä metriä pitkä. Uusi pohjapato rakennetaan betonista ja maisemointi tapahtuu luonnon omilla kivillä. (Store 2015) Myös sade- ja tulvavesikausina pohjapato tulee toimimaan halutulla tavalla, sillä pohjapadon viereen on

rakennettu ohivirtausputki, jolla voidaan säätää vedenpinnan tasoa alemmaksi. Kuivana kautena pohjapato pitää toimintaperiaatteidensa mukaisesti vedenpinnan halutulla tasolla. (Store 2019)

Pohjapato asettuu jokeen hieman vinottain joen kulkusuuntaan nähden. Toimivuuden lisäksi Suntin pohjapadon maisemointi ja siten yleinen viihtyvyys paranee entisestään. Uusi suunniteltu pohjapato on kalojen kannalta huomattavasti parempi kuin entinen pohjapato, sillä se mahdollistaa kalojen nousun padon läpi. Syynä tälle on vinottaiseen patoon muodostuva puomainen virtaus, johon kala hakeutuu luonnollisesti. (Store 2015)

8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Suomen lainsäädäntö ohjaa hyvin tarkasti vesistöpatojen kanssa toimivia tahoja. Laissa määrätään hyvin tarkasti, mihin ja miten padon saa rakentaa, millaisia lupia padon perustaminen vaatii ja kuinka turvallinen padosta on tehtävä. Käytönaikaisesta kunnossapidosta on olemassa myös selvät ohjeistukset ja laissa on määrätty pakolliset tarkistukset, jotka padolle on säännöllisesti vähintään suoritettava. Myös padon purkamisesta säädetään laissa, joten sitäkään ei saa tehdä ilman patoturvallisuusviranomaisen lupaa. Lait on säädetty, jotta ei sattuisi yllättäviä vaaraa aiheuttavia tilanteita, kuten padon murtumista.

Vesistöpatojen jakaantuminen maantieteellisesti on epätasaista. Tähän vaikuttaa se, että Suomen suuret virtaavat joet sijaitsevat lännessä ja pohjoisessa sekä se, ettei niitä ole Itä- ja Keski-Suomessa. Myös luokiteltujen patojen määrissä on merkittäviä eroavaisuuksia. Näistä määristä voidaan päätellä, että kaikista ylimpään luokitteluasemaan eli vaarallisimpien patojen ryhmään kuuluu vain pääasiassa muutamaa poikkeusta lukuunottamatta suurimmat voimalaitoksien yhteyteen rakennetut padot. Merkittävin osa luokitelluista padoista kuuluu toiseen luokkaan, jolloin ne eivät ole hengenvaarallisia onnettomuustilanteen sattuessa.

Vesistöpadoista aiheutuvista hyödyistä ja haitoista voidaan esittää monta eri mielipidettä riippuen siitä, mistä näkökulmasta asiaa lähestytään. Padoista on merkittävää etua, sillä ne suojelevat ihmisiä tulvivilta vesiltä ja tuottavat samalla ihmisille välttämätöntä energiaa. Toisaalta vesistöön rakennetut padot tuhoavat luonnon biodiversiteettiä ja muokkaavat maastoa täysin erilaiseksi luonnonmukaiseen tilaan verrattuna. Padot ovat yleisen mielipiteen mukaan olleet vuosia hyväksyttäviä, mutta viime vuosina patoihin on alettu suhtautua huomattavasti kriittisemmin ja alettu miettimään entistä enemmän, mitä haittoja padoista aiheutuu etenkin luonnolle ja kalakannoille.

Vesistöpatoja voidaan rakentaa hyvin erilaisilla tekniikoilla ja monenlaisista raaka-aineista. Käyttötarkoituksen mukaan valitaan tapauskohtaisesti sopivin malli, joka palvelee tarkoitustaan, mutta sopii myös ympäristöönsä hyvin. Suomen tapauksessa voidaan yleistää, että jos halutaan padota vettä ja estää sen eteneminen, valitaan joko maapato tai betonipato. Jos halutaan säädellä veden korkeutta, mutta halutaan että vesi kuitenkin virtaa säännöllisesti, valitaan ratkaisuksi pohjapato. Maapadon etuna on

rakennusmateriaalien helppo saatavuus, kun taas betonipadon etuna on pienempi tilantarve kuin maapadon tapauksessa vaadittaisiin. Molemmat patotyyppit ovat todella luotettavia ja niiden lujuudet ja mitoitus perustuvat laskettuihin tuloksiin. Vesistöpatonnettomuudet ovat Suomessa hyvin harvinaisia, sillä Suomessa patojen suunnittelupätevyyden saamiseksi vaaditaan korkea koulutustaso.

9 LÄHTEET

Energiamailma 2019, Vesivoima [verkkodokumentti]. Helsinki: Energiateollisuus. Saatavissa: <https://energiamailma.fi/mista-virtaa/uusiutuvat-energiالاhteet/vesivoima/> [viitattu 27.4.2019]

Energiateollisuus ry, 2019. Vesivoima [verkkodokumentti]. Helsinki: Energiateollisuus. Saatavissa: http://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto/vesivoima [viitattu 27.4.2019].

Holm J., Leskelä A., 1973. Vesirakennus, RIL 92, Padot. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto, 434 s. ISBN 951-758-000-2

Holm J., Leskelä A., 1979. Vesirakenteiden suunnittelu, RIL 123, Padot. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto, 378 s. ISBN 951-758-015-0

Isomäki E., Maijala T., Regina T., Sulkakoski M., Torkkel M., (toim.), 2012.

Patoturvallisuusopas. Kajaani: Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, 96 s. ISBN 978-952-257-619-4

Kainuun ELY-keskus, 2013. Padot ja patoturvallisuus, Vahingonvaaratietoa Suomen padoista [verkkodokumentti]. Kajaani: Kainuun ELY-keskus. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Padot_ja_patoturvallisuus/Vahingonvaaratietoa_Suomen_padoista [viitattu 25.3.2019].

Kainuun ELY-keskus, 2014a. Maankuivatus ja ojitus, Luonnonmukainen peruskuivatus, Pohjapadot ja -kynnykset [verkkodokumentti]. Kajaani: Kainuun ELY-keskus. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Vesi/Vesien_kaytto/Maankuivatus_ja_ojitus/Luonnonmukainen_peruskuivatus/Pohjapadot_ja_kynnykset [viitattu 25.3.2019].

Kainuun ELY-keskus, 2014b. Säännöstely, Kalajoen vesistön säännöstely ja moninaiskäyttö [verkkodokumentti]. Kajaani: Kainuun ELY-keskus. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/fi-FI/>

FI/Vesi/Vesien_kaytto/Saannostely/Saannostellyt_jarvet_ja_joet/Kalajoen_vesiston_saanmostely_ja_moninai [viitattu 13.5.2019].

Kainuun ELY-keskus, 2016. Padot ja patoturvallisuus, Kuvia padoista [verkkodokumentti]. Kajaani: Kainuun ELY-keskus. Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-fi-Vesi/Vesien_kaytto/Padot_ja_patoturvallisuus/Kuvia_padoista](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/Vesi/Vesien_kaytto/Padot_ja_patoturvallisuus/Kuvia_padoista) [viitattu 25.2.2019].

Kainuun ELY-keskus, 2017. Vesistöpadot [verkkodokumentti]. Kajaani: Kainuun ELY-keskus. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BC3D087E7-6C77-430B-87F2-0A39ADFD2464%7D/129392> [viitattu 27.4.2019].

Kainuun ELY-keskus, 2018a. Padot ja patoturvallisuus, Patojen luokittelu [verkkodokumentti]. Kajaani: Kainuun ELY-keskus. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-fi-Vesi/Vesien_kaytto/Padot_ja_patoturvallisuus/Patojen_luokittelu [viitattu 25.3.2019].

Kainuun ELY-keskus, 2018b. Asiointi, luvat ja ympäristövaikutusten arviointi, Porin tulvasuojeluhanke, Pori [verkkodokumentti]. Kajaani: Kainuun ELY-keskus. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-fi-Vesi/Vesien_kaytto/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Ymparistovaikutusten_arviointi/YVA_hankkeet/Porin_tulvasuojeluhanke_Pori [viitattu 13.5.2019]

Kainuun ELY-keskus, 2018c. Ykkösluokan padot Suomessa [verkkodokumentti]. Kajaani: Kainuun ELY-keskus. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BDB643A35-8AD6-4A49-A0B7-6D1F9BC69511%7D/135877> [viitattu 18.5.2019]

Kainuun ELY-keskus, 2019a. Säännöstely [verkkodokumentti]. Kajaani: Kainuun ELY-keskus. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-fi-Vesi/Vesien_kaytto/Padot_ja_patoturvallisuus/Kuvia_padoista [viitattu 25.2.2019].

Kainuun ELY-keskus, 2019b. Padot ja patoturvallisuus, Viranomaisvalvonta [verkkodokumentti]. Kajaani: Kainuun ELY-keskus. Saatavissa: https://www.ymparisto.fi/fi-fi-Vesi/Vesien_kaytto/Padot_ja_patoturvallisuus/Viranomaisvalvonta

FI/Vesi/Vesien_kaytto/Padot_ja_patoturvallisuus/Viranomaisvalvonta [viitattu 2.3.2019].

Kokkonen T., 2018. Tutkimus: Vesivoiman tuottamiseksi rakennetuista padoista on usein enemmän haittaa kuin hyötyä [verkkodokumentti]. Helsinki: YLE. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10494189> [viitattu 27.4.2019]

Körkkö R., Loukola E., Maijala T., 1983. Hautaperän maapadon varmuuden tarkistus [verkkodokumentti]. Helsinki: Vesihallitus. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/153919/Vesihallitus%20Tiedotus%2028.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [viitattu 13.5.2019]

Laki 35/1987. Koskiensuojelulaki [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1987/19870035?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=koskiensuojelulaki>

Laki 412/1974. Vahingonkorvauslaki [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1974/19740412>

Laki 494/2009. Patoturvallisuuslaki [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090494?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=patoturvallisuuslaki>

Laki 587/2011. Vesilaki [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>

Laki 1096/1996. Luonnonsuojelulaki [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961096?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=luonnonsuojelulaki>

Lundström, S., 2019. Imatran patovalli [yksityinen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Aleksi Alanko. Lähetetty 27.04.2019 klo. 22.57 (GMT +0200)

Porin Kaupunki, 2019a. Asuminen ja ympäristö, Tulvasuojelu [verkkodokumentti]. Pori: Porin kaupunki. Saatavissa: <https://www.pori.fi/tulvasuojelu> [viitattu 13.5.2019]

Porin Kaupunki, 2019b. Asuminen ja ympäristö, Tulvavaara [verkkodokumentti]. Pori: Porin kaupunki. Saatavissa: <https://www.pori.fi/tulvasuojelu> [viitattu 13.5.2019]

Saarin M., 2010. Kasvillisuuden, eläinten ja luvattomien toimenpiteiden vaikutus maapatoihin [verkkodokumentti]. Espoo: Aalto yliopisto. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B2023BB3A-329E-4A33-9F2F-7F96DD86E995%7D/78449> [viitattu 25.3.2019].

Store M, 2015. Uusi pohjapato Suntiin – siltojen alukset aiotaan ruopata [verkkodokumentti]. Kokkola: KP24. Saatavissa: <https://www.keskipohjanmaa.fi/uutiset/390661/uusi-pohjapato-suntiin-siltojen-alukset-aiotaan-ruopata> [viitattu 13.5.2019]

Store M, 2019. Suntin ruoppaus tehty – myöhemmin keväällä poistetaan vesikasvillisuutta [verkkodokumentti]. Kokkola: Kokkola-lehti. Saatavilla: <https://www.kokkola-lehti.fi/uutinen/567958> [viitattu 13.5.2019]

Suomen Riistakeskus 2013. Patorakenteiden periaatekuvia [verkkodokumentti]. Helsinki: Suomen riistakeskus. Saatavissa: https://kosteikko.fi/wp-content/uploads/sites/2/2013/07/Patorakenteiden_periaatekuvia.pdf [viitattu 25.3.2019].

Suomen Vesiputoukset, 2019. Vesiputoukset ja vesivoima Suomessa [verkkodokumentti]. Helsinki: Suomen Vesiputoukset. Saatavissa: <https://www.suomenvesiputoukset.fi/tietoa-suomen-vesiputouksista/vesiputoukset-ja-vesivoima-suomessa/> [viitattu 27.4.2019].

Valtioneuvosto, 2007. Patoturvallisuustyöryhmän loppuraportti [verkkodokumentti]. Helsinki: valtioneuvosto. Saatavilla: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160263/trm%202007_3_Patoturvallisuustyöryhmän%20loppuraportti.pdf?sequence=1&isAllowed=y [viitattu 14.5.2019]

Vattenfall, 2014. Vesivoima – toimintaperiaate [verkkodokumentti]. Helsinki: Vattenfall. Saatavissa: <https://corporate.vattenfall.fi/tietoa-energiasta/sahkon-jal-lammontuotanto/vesivoima/vesivoima-toimintaperiaate/> [viitattu 20.3.2019].

Ympäristöministeriö, 2016. Natura 2000 -verkosto turvaa monimuotoisuutta [verkkodokumentti]. Helsinki: Ympäristöministeriö Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Luonto/Luonnon_monimuotoisuus/Luonnonsuojelualueet/Naturaalueet [viitattu 28.4.2019]

